

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-154707

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl. G05B 13/02  
 A63H 11/00  
 B25J 5/00  
 B25J 13/00

(21)Application number : 11-376189

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.11.1999

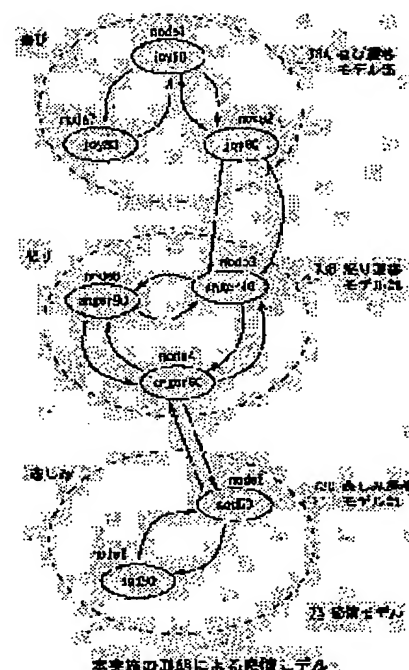
(72)Inventor : SABE KOTARO  
 HANAGATA OSAMU

## (54) ROBOT DEVICE AND ITS CONTROLLING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a robot device capable of improving an amusement characteristic and a control method for the robot device.

**SOLUTION:** In the robot device having a feeling model consisting of plural kinds of feelings and capable of generating action corresponding to a feeling selected by a prescribed condition out of respective feelings of the feeling model and a method for controlling the robot device, the feeling mode is formed from a probability state transition model and a feeling is selected by the prescribed condition as probability on the basis of the probability state transition model.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-154707

(P 2 0 0 1 - 1 5 4 7 0 7 A)

(43) 公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

| (51) Int. Cl. 7 | 識別記号 | F I           | テームト* (参考) |
|-----------------|------|---------------|------------|
| G 0 5 B 13/02   |      | G 0 5 B 13/02 | M 2C150    |
| A 6 3 H 11/00   |      | A 6 3 H 11/00 | Z 3F059    |
| B 2 5 J 5/00    |      | B 2 5 J 5/00  | C 3F060    |
| 13/00           |      | 13/00         | Z 5H004    |

審査請求 未請求 請求項の数4 書面 (全 12 頁)

|           |                         |          |                                           |
|-----------|-------------------------|----------|-------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平11-376189            | (71) 出願人 | 000002185<br>ソニー株式会社<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号 |
| (22) 出願日  | 平成11年11月30日(1999.11.30) | (72) 発明者 | 佐部 浩太郎<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内       |
|           |                         | (72) 発明者 | 花形 理<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内         |
|           |                         | (74) 代理人 | 100082740<br>弁理士 田辺 恵基                    |

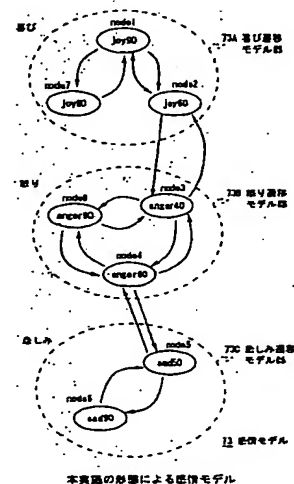
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、アミューズメント性を向上させ得るロボット装置及びその制御方法を実現しようとするものである。

【解決手段】 複数種類の情動からなる感情モデルを有し、当該感情モデルの各情動の中から所定条件で選択された情動に対応した行動を生成するロボット装置及びその制御方法において、感情モデルを確率状態遷移モデルから形成し、当該確率状態遷移モデルに基づいて所定条件で確率的に情動を選択するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数種類の情動からなる感情モデルを有し、当該感情モデルの各上記情動の中から所定条件で選択された上記情動に対応した行動を生成するロボット装置において、

上記感情モデルを確率状態遷移モデルから形成し、当該確率状態遷移モデルに基づいて上記所定条件で確率的に上記情動を選択する情動選択手段を具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項2】上記情動選択手段は、

上記感情モデルを形成する上記確率状態遷移モデルを各上記情動ごとに設け、各上記確率状態遷移モデルを相互にリンクさせることを特徴とする請求項1に記載のロボット装置。

【請求項3】複数種類の情動からなる感情モデルを有し、当該感情モデルの各上記情動の中から所定条件で選択された上記情動に対応した行動を生成するロボット装置の制御方法において、

上記感情モデルを確率状態遷移モデルから形成し、当該確率状態遷移モデルに基づいて上記所定条件で確率的に上記情動を選択することを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項4】上記感情モデルを形成する上記確率状態遷移モデルを各上記情動ごとに設け、各上記確率状態遷移モデルを相互にリンクさせることを特徴とする請求項3に記載のロボット装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はロボット装置及びその制御方法に関し、例えばペットロボットに適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】近年、本願特許請求人による4足歩行型のペットロボットが提案及び開発されている。かかるペットロボットは、一般家庭において飼育される犬や猫に似た形状を有し、「叩く」や「撫でる」といったユニットからの働きかけや、周囲の環境に応じて自律的に行動し得るようになされたものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このペットロボットにおいては、感情をモデル化して当該感情に応じた各種の情動をそれぞれ強さを表すパラメータとして設定しておき、かかる各情動のパラメータ値を外部入力に従って更新するようになされている。

【0004】ところが、このような感情の各情動のパラメータ値を更新する際に影響を与える外部入力は、ペットロボットがいる環境やユーザの接し方に大きく依存するため、外部入力によってパラメータ値が最高値に達した場合にはなかなかパラメータ値が下がらない場合がある。この結果、外部入力によっては特定の情動のみに偏

って他の情動へ移行し難い状態となる場合があり、この結果同一の行動や動作を表現し続けることでユーザに飽きを感じさせるおそれがある。

【0005】例えばユーザが頻繁に「叩く」が減多に「撫でる」ことをしない場合、このペットロボットはほとんどの時間は「叩かれた」ことで「怒り」の感情が増幅された状態にあり、たまに「撫でられた」くらいでは「喜び」の感情が行動や動作として表現されない。従ってこのような状況におかれたペットロボットについて

10 は、「怒り」の感度よりも「喜び」の感度を上げるようにして、行動や動作として表現される感情の数及び種類が偏らないように調整する必要がある。

【0006】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、アミューズメント性を向上させ得るロボット装置及びその制御方法を提案しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、複数種類の情動からなる感情モデルを有し、当該感情モデルの各情動の中から所定条件で  
20 選択された情動に対応した行動を生成するロボット装置及びその制御方法において、感情モデルを確率状態遷移モデルから形成し、情動選択手段を用いて、当該確率状態遷移モデルに基づいて所定条件で確率的に情動を選択するようにした。

【0008】この結果このロボット装置及びその制御方法では、環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現させることができる。

【0009】

30 【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0010】(1)第1の実施の形態

(1-1)第1の実施の形態によるペットロボットの構成

図1において、1は全体として第1の実施の形態によるペットロボットを示し、胴体部ユニット2の前後左右にそれぞれ脚部ユニット3A～3Dが連結されると共に、胴体部ユニット2の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット4及び尻尾部ユニット5が連結されることにより  
40 構成されている。

【0011】胴体部ユニット2には、図2に示すように、CPU (Central Processing Unit) 10、DRAM (Dynamic Random Access Memory) 11、フラッシュROM (Read Only Memory) 12、PC (Personal Computer) カードインターフェース回路13及び信号処理回路14が内部バス15を介して相互に接続されることにより形成されたコントロール部16と、このペットロボット1の動力源としてのバッテリー17とが収納されている。また胴体部ユニ

ット2には、ベットロボット1の向きや動きの加速度を検出するための角速度センサ18及び加速度センサ19なども収納されている。

【0012】また頭部ユニット4には、外部の状況を撮像するためのCCD (Charge Coupled Device) カメラ20と、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出するためのタッチセンサ21と、前方に位置する物体までの距離を測定するための距離センサ22と、外部音を集音するためのマイクロホン23と、鳴き声等の音声を出力するためのスピーカ24と、ベットロボット1の「目」に相当するLED (Light Emitting Diode) (図示せず) などがそれぞれ所定位置に配設されている。

【0013】さらに各脚部ユニット3A~3Dの関節部分や、各脚部ユニット3A~3D及び胴体部ユニット2の各連結部分、頭部ユニット4及び胴体部ユニット2の連結部分、並びに尻尾部ユニット5の尻尾5Aの連結部分などにはそれぞれ自由度数分のアクチュエータ25<sub>1</sub>~25<sub>n</sub>、及びポテンシオメータ26<sub>1</sub>~26<sub>n</sub>が配設されている。

【0014】そしてこれら角速度センサ18、加速度センサ19、タッチセンサ21、距離センサ22、マイクロホン23、スピーカ24及び各ポテンシオメータ26<sub>1</sub>~26<sub>n</sub>などの各種センサ並びにLED及び各アクチュエータ25<sub>1</sub>~25<sub>n</sub>は、それぞれ対応するハブ27<sub>1</sub>~27<sub>n</sub>を介してコントロール部16の信号処理回路14と接続され、CCDカメラ20及びバッテリー17は、それぞれ信号処理回路14と直接接続されている。

【0015】このとき信号処理回路14は、上述の各センサから供給されるセンサデータや画像データ及び音声データを順次取り込み、これらをそれぞれ内部バス15を介してDRAM11内の所定位置に順次格納する。また信号処理回路14は、これと共にバッテリー17から供給されるバッテリー残量を表すバッテリー残量データを順次取り込み、これをDRAM11内の所定位置に格納する。

【0016】そしてこのようにしてDRAM11に格納された各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリー残量データは、この後CPU10がこのベットロボット1の動作制御を行う際に利用される。

【0017】實際上CPU10は、ベットロボット1の電源が投入された初期時、胴体部ユニット2の図示しないPCカードスロットに装填されたメモリカード28又はフラッシュROM12に格納された制御プログラムをPCカードインターフェース回路13を介して又は直接読み出し、これをDRAM11に格納する。

【0018】またCPU10は、この後上述のように信号処理回路14よりDRAM11に順次格納される各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリー残量

データに基づいて自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけの有無などを判断する。

【0019】さらにCPU10は、この判断結果及びDRAM11に格納した制御プログラムに基づいて続く行動を決定すると共に、当該決定結果に基づいて必要なアクチュエータ25<sub>1</sub>~25<sub>n</sub>を駆動させることにより、頭部ユニット4を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット5の尻尾5Aを動かしたり、各脚部ユニット3A~3Dを駆動させて歩行させるなどの行動を行わせる。

10 【0020】またこの際CPU10は、必要に応じて音声データを生成し、これを信号処理回路14を介して音声信号としてスピーカ24に与えることにより当該音声信号に基づく音声を外部に出力させたり、上述のLEDを点灯、消灯又は点滅させる。

【0021】このようにしてこのベットロボット1においては、自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけに応じて自律的に行動し得るようになされている。

20 【0022】(1-2) 制御プログラムのソフトウェア構成

ここでベットロボット1における上述の制御プログラムのソフトウェア構成を図3に示す。この図3において、デバイス・ドライバ・レイヤ30は、この制御プログラムの最下位層に位置し、複数のデバイス・ドライバからなるデバイス・ドライバ・セット31から構成されている。この場合各デバイス・ドライバは、CCDカメラ20 (図2) やタイマ等の通常のコンピュータで用いられるハードウェアに直接アクセスすることを許されたオブジェクトであり、対応するハードウェアからの割り込みを受けて処理を行う。

30 【0023】またロボティック・サーバ・オブジェクト32は、デバイス・ドライバ・レイヤ30の上位層に位置し、例えば上述の各種センサやアクチュエータ25<sub>1</sub>~25<sub>n</sub>等のハードウェアにアクセスするためのインターフェースを提供するソフトウェア群でなるバーチャル・ロボット33と、電源の切換えなどを管理するソフトウェア群でなるパワーマネージャ34と、他の種々のデバイス・ドライバを管理するソフトウェア群でなるデバイス・ドライバ・マネージャ35と、ベットロボット1の機構を管理するソフトウェア群でなるデザインド・ロボット36とから構成されている。

40 【0024】マネージャ・オブジェクト37は、オブジェクト・マネージャ38及びサービス・マネージャ39から構成されている。この場合オブジェクト・マネージャ38は、ロボティック・サーバ・オブジェクト32、ミドル・ウェア・レイヤ40、及びアプリケーション・レイヤ41に含まれる各ソフトウェア群の起動や終了を管理するソフトウェア群であり、サービス・マネージャ39は、メモリカード28 (図2) に格納されたコネクションファイルに記述されている各オブジェクト間の接

続情報に基づいて各オブジェクトの接続を管理するソフトウェア群である。

【0025】ミドル・ウェア・レイヤ40は、ロボティック・サーバ・オブジェクト32の上位層に位置し、画像処理や音声処理などのこのペットロボット1の基本的な機能を提供するソフトウェア群から構成されている。またアプリケーション・レイヤ41は、ミドル・ウェア・レイヤ40の上位層に位置し、当該ミドル・ウェア・レイヤ40を構成する各ソフトウェア群によって処理された処理結果に基づいてペットロボット1の行動を決定するためのソフトウェア群から構成されている。

【0026】なおミドル・ウェア・レイヤ40及びアプリケーション・レイヤ41の具体的なソフトウェア構成をそれぞれ図4及び図5に示す。

【0027】ミドル・ウェア・レイヤ40においては、図4からも明らかなように、音階認識用、距離検出用、姿勢検出用、タッチセンサ用、動き検出用及び色認識用の各信号処理モジュール50～55並びに入力セマンティクスコンバータモジュール56などを有する認識系57と、出力セマンティクスコンバータモジュール57並びに姿勢管理用、トラッキング用、モーション再生用、歩行用、転倒復帰、LED点灯用及び音再生用の各信号処理モジュール58～64などを有する出力系65とから構成されている。

【0028】この場合認識系57の各信号処理モジュール50～55は、ロボティック・サーバ・オブジェクト32のバーチャル・ロボット33によりDRAM11

(図2) から読み出される各センサデータや画像データ及び音声データのうちの対応するデータを取り込み、当該データに基づいて所定の処理を施して、処理結果を入力セマンティクスコンバータモジュール56に与える。

【0029】入力セマンティクスコンバータモジュール56は、これら各信号処理モジュール50～55から与えられる処理結果に基づいて、「ボールを検出した」、「転倒を検出した」、「撫でられた」、「叩かれた」、「ドミソの音階が聞こえた」、「動く物体を検出した」又は「障害物を検出した」などの自己及び周囲の状況や、ユーザからの指令及び働きかけを認識し、認識結果をアプリケーション・レイヤ41(図2)に出力する。

【0030】アプリケーション・レイヤ41においては、図5に示すように、行動モデルライブラリ70、行動切換えモジュール71、学習モジュール72、感情モデル73及び本能モデル74の5つのモジュールから構成されている。

【0031】この場合行動モデルライブラリ70には、図6に示すように、「バッテリー残量が少なくなった場合」、「転倒復帰する場合」、「障害物を回避する場合」、「感情を表現する場合」、「ボールを検出した場合」などの予め選択されたいくつかの条件項目にそれぞれ対応させて、それぞれ独立した行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>が設けられている。

0<sub>n</sub>が設けられている。

【0032】そしてこれら行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>は、それぞれ入力セマンティクスコンバータモジュール56から認識結果が与えられたときや、最後の認識結果が与えられてから一定時間が経過したときなどに、必要に応じて後述のように感情モデル73に保持されている対応する情動レベルや、本能モデル74に保持されている対応する欲求レベルを参照しながら続く行動をそれぞれ決定し、決定結果を行動切換えモジュール71に出力する。

10

【0033】なおこの実施の形態の場合、各行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>は、次の行動を決定する手法として、図7に示すような1つのノード(状態)NODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>から他のどのノードNODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>に遷移するかを各ノードNODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>間を接続するアークARC<sub>1</sub>～ARC<sub>n</sub>に対してそれぞれ設定された遷移確率P<sub>1</sub>～P<sub>n</sub>に基づいて確率的に決定する確率オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いる。

20

【0034】具体的に、各行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>は、それぞれ自己の行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>を形成する各ノードNODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>にそれぞれ対応させて、これらノードNODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>ごとの図8に示すような状態遷移表80を有している。

【0035】この状態遷移表80では、そのノードNODE<sub>0</sub>～NODE<sub>n</sub>において遷移条件とする入力イベント(認識結果)が「入力イベント名」の行に優先順に列記され、その遷移条件についてのさらなる条件が「データ名」及び「データ範囲」の行における対応する列に記述されている。

30

【0036】従って図8の状態遷移表80で表されるノードNODE<sub>100</sub>では、「ボールを検出(BALL)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるそのボールの「大きさ(SIZE)」が「0から1000」の範囲であることや、「障害物を検出(OBSTACLE)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるその障害物までの「距離(DISTANCE)」が「0から100」の範囲であることが他のノードに遷移するための条件となっている。

40

【0037】またこのノードNODE<sub>100</sub>では、認識結果の入力がない場合においても、行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>が周期的に参照する感情モデル73及び本能モデル74にそれぞれ保持された各情動及び各欲求のパラメータ値のうち、感情モデル73に保持された「喜び(JOY)」、「驚き(SURPRISE)」若しくは「悲しみ(SADNESS)」のいずれかのパラメータ値が「50から100」の範囲であるときには他のノードに遷移することができるようになっている。

50

【0038】また状態遷移表80では、「他のノードへの遷移確率」の欄における「遷移先ノード」の列にその

ノードNODE<sub>1</sub>～NODE<sub>n</sub>から遷移できるノード名が列記されると共に、「入力イベント名」、「データ値」及び「データの範囲」の行に記述された全ての条件が揃ったときに遷移できる他の各ノードNODE<sub>1</sub>～NODE<sub>n</sub>への遷移確率が「他のノードへの遷移確率」の欄内の対応する箇所にそれぞれ記述され、そのノードNODE<sub>1</sub>～NODE<sub>n</sub>に遷移する際に出力すべき行動が「他のノードへの遷移確率」の欄における「出力行動」の行に記述されている。なお「他のノードへの遷移確率」の欄における各行の確率の和は100[%]となっている。

【0039】従って図8の状態遷移表80で表されるノードNODE<sub>1</sub>。。では、例えば「ボールを検出(BALL)」し、そのボールの「SIZE(大きさ)」が「0から1000」の範囲であるという認識結果が与えられた場合には、「30[%]」の確率で「ノードNODE<sub>2</sub>。(node 120)」に遷移でき、そのとき「ACTION1」の行動が出力されることとなる。

【0040】そして各行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>は、それぞれこのような状態遷移表80として記述されたノードNODE<sub>1</sub>～NODE<sub>n</sub>がいくつも繋がるようにして構成されており、入力セマンティクスコンバータモジュール56から認識結果が与えられたときなどに、対応するノードNODE<sub>1</sub>～NODE<sub>n</sub>の状態遷移表80を利用して確率的に次の行動を決定し、決定結果を行動切換えモジュール71に出力するようになされている。

【0041】行動切換えモジュール71は、行動モデルライブラリ70の各行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>からそれぞれ出力される行動のうち、予め定められた優先順位の高い行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>から出力された行動を選択し、当該行動を実行すべき旨のコマンド(以下、これを行動コマンドと呼ぶ)をミドル・ウェア・レイヤ40の出力セマンティクスコンバータ57に送出する。なおこの実施の形態においては、図6において下側に表記された行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>ほど優先順位が高く設定されている。

【0042】また行動切換えモジュール71は、行動完了後に出力セマンティクスコンバータ57から与えられる行動完了情報に基づいて、その行動が完了したことを

$$E(t+1) = E(t) + k \cdot \Delta E(t)$$

【0048】を用いて次の周期におけるその情動のパラメータ値E[t+1]を算出する。

【0049】そして感情モデル73は、この演算結果を現在のその情動のパラメータ値E[t]と置き換えるようにしてその情動のパラメータ値を更新する。なお各認識結果や行動切換えモジュール71からの通知に対してどの情動のパラメータ値を更新するかは予め決められており、例えば「叩かれた」といった認識結果が与えられた場合には「怒り」の情動のパラメータ値が上がり、

「撫でられた」といった認識結果が与えられた場合には

学習モジュール72、感情モデル73及び本能モデル74に通知する。

【0043】一方、学習モジュール72は、入力セマンティクスコンバータ56から与えられる認識結果のうち、「叩かれた」や「撫でられた」など、ユーザからの働きかけとして受けた教示の認識結果を入力する。

【0044】そして学習モジュール72は、この認識結果及び行動切換えモジュール71からの通知に基づいて、「叩かれた(叱られた)」ときにはその行動の発現確率を低下させ、「撫でられた(誉められた)」ときにはその行動の発現確率を上昇させるように、行動モデルライブラリ70における対応する行動モデル70<sub>1</sub>～70<sub>n</sub>の対応する遷移確率を変更する。

【0045】他方、感情モデル73は、「喜び(joy)」、「悲しみ(sadness)」、「怒り(anger)」、「驚き(surprise)」、「嫌悪(disgust)」及び「恐れ(fear)」の合計6つの情動について、各情動ごとにその情動の強さを表すパラメータを保持している。そして感情モデル73は、これら各情動のパラメータ値を、それぞれ入力セマンティクスコンバータモジュール56から与えられる「叩かれた」及び「撫でられた」などの特定の認識結果と、経過時間及び行動切換えモジュール71からの通知となどに基づいて順次更新するようになされている。

【0046】具体的に感情モデル73は、入力セマンティクスコンバータ56からの認識結果及びそのときのペットロボット1の行動がその情動に対して作用する度合い(予め設定されている)と、本能モデル74が保持している各欲求のパラメータ値及びそのときのペットロボット1の行動がその情動に対して作用する度合い(予め設定されている)と、他の情動から受ける抑制及び刺激の度合いと、経過時間などに基づいて所定の演算式により算出されるその情動の変動量を $\Delta E(t)$ 、現在のその情動のパラメータ値をE[t]、認識結果等に応じてその情動を変化させる割合(以下、これを感度と呼ぶ)を表す係数をk。として、所定周期で次式

【0047】

【数1】

..... (1)

「喜び」の情動のパラメータ値が上がる。

【0050】これに対して本能モデル74は、「運動欲(exercise)」、「愛情欲(affection)」、「食欲(appetite)」及び「好奇心(curiosity)」の互いに独立した4つの欲求について、これら欲求ごとにその欲求の強さを表すパラメータを保持している。そして本能モデル74は、これら欲求のパラメータ値を、それぞれ入力セマンティクスコンバータモジュール56から与えられる認識結果や、経過時間及び行動切換えモジュール71からの通知など



に基づいて順次更新するようになされている。

【0051】具体的に本能モデル74は、「運動欲」、「愛情欲」及び「好奇心」については、ペットロボット1の行動出力、経過時間及び認識結果などに基づいて所定の演算式により算出されるその欲求の変動量を $\Delta I$

$$I[k+1] = I[k] + k_1 \times \Delta I[k]$$

【0053】を用いて次の周期におけるその欲求のパラメータ値 $I[k+1]$ を算出し、この演算結果を現在のその欲求のパラメータ値 $I[k]$ と置き換えるようにしてその欲求のパラメータ値を更新する。なお行動出力や認識結果等に対してどの欲求のパラメータ値を変化させるかは予め決められており、例えば行動切換えモジュール71からの通知（行動を行ったとの通知）があったと

$$I[k] = 100 - B_1$$

【0056】により「食欲」のパラメータ値 $I[k]$ を算出し、この演算結果を現在の食欲のパラメータ値 $I[k]$ と置き換えるようにして当該「食欲」のパラメータ値を更新する。

【0057】なお本実施の形態においては、各情動及び各欲求のパラメータ値がそれぞれ0から100までの範囲で変動するように規制されており、また係数 $k_0$ 、 $k_1$ の値も各情動及び各欲求ごとに個別に設定されている。

【0058】一方、ミドル・ウェア・レイヤ40の出力セマンティクスコンバータモジュール57は、図4に示すように、上述のようにしてアプリケーション・レイヤ41の行動切換えモジュール71から与えられる「前進」、「喜ぶ」、「鳴く」又は「トラッキング（ボールを追いかける）」といった抽象的な行動コマンドを出力系65の対応する信号処理モジュール58～64に与える。

【0059】そしてこれら信号処理モジュール58～64は、行動コマンドが与えられると当該行動コマンドに基づいて、その行動を行うために対応するアクチュエータ25<sub>1</sub>～25<sub>5</sub>（図2）に与えるべきサーボ指令値や、スピーカ24（図2）から出力する音の音声データ及び又は「目」のLEDに与える駆動データを生成し、これらのデータをロボティック・サーバ・オブジェクト32のバーチャルロボット33及び信号処理回路14（図2）を順次介して対応するアクチュエータ25<sub>1</sub>～25<sub>5</sub>、スピーカ24又はLEDに順次送出する。

【0060】このようにしてこのペットロボット1においては、制御プログラムに基づいて、自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけに応じた自律的な行動を行うことができるようになされている。

【0061】（1-3）ペットロボットの感情モデルかかる構成に加えてこのペットロボット1の場合、環境やユーザの接し方によって特定の情動に偏って状態にあっても、この後の環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現させるよう

【k】、現在のその欲求のパラメータ値を $I[k]$ 、その欲求の感度を表す係数を $k_1$ として、所定周期で次式【0052】

【数2】

……（2）

きには「運動欲」のパラメータ値が下がる。

【0054】また本能モデル74は、「食欲」については、入力セマンティクスコンバータモジュール56を介して与えられるバッテリー残量データに基づいて、バッテリー残量を $B_1$ として、所定周期で次式

【0055】

【数3】

……（3）

になされている。

【0062】實際上、ペットロボット1において、図5に示すアプリケーション・レイヤ41の感情モデル73は、図9に示すような「喜び（JOY）」、「怒り（ANGER）」、「悲しみ（SADNESS）」に対応させて形成された確率状態遷移モデル73A～73Cを相互にリンクさせて構成されている。

【0063】このうち「喜び」の確率状態遷移モデル（以下、これを喜び遷移モデル部と呼ぶ）73Aは、「喜び」の対応するパラメータ値にそれぞれ対応させて設けられた複数のノードnode1、node2及びnode7を有し、これらノードnode1、node2及びnode7のうちの対応するもの同士がそれぞれ所定の遷移条件及び遷移確率を満たすようにリンクさせるように構成されている。

【0064】この喜び遷移モデル部73Aを構成する各ノードnode1、node2及びnode7は、それぞれ喜びの度合いが60〔%〕でなる「joy60」、80〔%〕でなる「joy80」及び90〔%〕でなる「joy90」に対応して設定されている。

【0065】また「怒り」の確率状態遷移モデル（以下、これを怒り遷移モデル部と呼ぶ）73Bは、「怒り」の対応するパラメータ値にそれぞれ対応させて設けられた複数のノードnode3、node4及びnode8を有し、これらノードnode3、node4及びnode8のうちの対応するもの同士がそれぞれ所定の遷移条件及び遷移確率を満たすようにリンクさせるように構成されている。

【0066】この怒り遷移モデル部73Bを構成する各ノードnode3、node4及びnode8は、それぞれ喜びの度合いが40〔%〕でなる「angerJOY40」、60〔%〕でなる「anger60」及び90〔%〕でなる「anger90」に対応して設定されている。

【0067】さらに「悲しみ」の確率状態遷移モデル（以下、これを悲しみ遷移モデル部と呼ぶ）73Cは、



「悲しみ」の対応するパラメータ値にそれぞれ対応させて設けられた複数のノードnode5及びnode6を有し、これらノードnode5及びnode6のうちの対応するもの同士がそれぞれ所定の遷移条件及び遷移確率を満たすようにリンクさせるように構成されている。

【0068】この悲しみ遷移モデル部73Cを構成する各ノードnode5及びnode6は、それぞれ喜びの割合が50 [%] となる「sad60」及び90 [%] となる「sad90」に対応して設定されている。

【0069】この感情モデル73においては、喜び遷移モデル部73Aのノードnode2 (joy60) と怒り遷移モデル部73Bのノードnode3 (anger40) とが互いに遷移先としてリンクされると共に、怒り遷移モデル部73Bのノードnode3と悲しみ遷移モデル部73Cのノードnode5とが互いに遷移先としてリンクされている。

【0070】このように感情モデル73では、喜び遷移モデル部73A、怒り遷移モデル部73B及び悲しみ遷移モデル部73Cを構成する全てのノードnode1～node8が繋がることとなり、各ノードnode1～node8同士がそれぞれ所定の遷移条件及び遷移確率を満たした場合に相互に遷移し得るようになされている。

【0071】この結果、感情モデル73では、喜び遷移モデル部73A、怒り遷移モデル部73B及び悲しみ遷移モデル部73Cを構成する全てのノードnode1～node8の中から、環境やユーザの接し方に応じた1のノードnode1～node8が選択された後、当該選択結果を図10に示すような内蔵された変換テーブル90を用いてパラメータ変換する。

【0072】すなわちこの変換テーブル90には、各ノードnode1～node8に対応する情動のレベルと、当該情動のレベルに対応する情動のパラメータ値とが記述されており、選択されたノードに表される情動のレベルが対応するパラメータ値に変換される。

【0073】この後、感情モデル73は、上述したように、選択されたノードnode1～node8に対応する情動のパラメータ値を、入力セマンティクスコンバータモジュール56から与えられる「叩かれた」及び「撫でられた」などの特定の認識結果と、経過時間及び行動切換えモジュール71からの通知となどに基づいて順次更新する。

【0074】このようにしてこのペットロボット1においては、選択された情動が増幅された状態にあっても、外部入力に応じて他の種類及びレベルでなる情動へ遷移していくようになされ、これにより環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現できるようになされている。

【0075】(2) 本実施の形態による動作及び効果

以上の構成において、このペットロボット1では、複数種類の情動からなる感情モデル73を確率状態遷移モデル731A～733Cから構成しておき、現在所定の種類及びレベルの情動が選択された状態にあるとき、外部入力に応じて、関連する他の種類及びレベルの情動に遷移させる。

【0076】この結果、環境やユーザの接し方によって特定の情動が非常に高いレベルに偏った状態にあっても、この後外部入力があったときには関連する他の種類及びレベルの情動に遷移することによって、当該遷移した情動を行動や動作として表現させることができる。

【0077】このようにして各情動のパラメータ値を所定の演算式に従って増減変化させる場合と比較して、外部入力に応じた他の種類及びレベルの情動への遷移が容易になり、この結果、外部入力によっては特定の情動のみに偏って他の情動へ移行し難い状態となる場合であっても、環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現させることができる。

【0078】以上の構成によれば、このペットロボット1において、複数種類の情動からなる感情モデル73を確率状態遷移モデル73A～73Cから形成しておき、当該確率状態遷移モデル73A～73Cに基づいて出力する情動を確率的に決定するようにしたことにより、環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現させることができ、この結果同一の行動や動作を表現し続けることでユーザに飽きを感じさせることがなく、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るペットロボット1を実現できる。

【0079】(3) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明は4足歩行型のペットロボット1に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は複数種類の情動からなる感情モデルを有し、当該感情モデルの各情動の中から所定条件で選択された情動に対応した行動を生成することができれば、この他例えば2足歩行型のロボットなど種々のロボット装置に広く適用することができる。

【0080】また上述の実施の形態においては、情動として「喜び」、「悲しみ」、「怒り」、「驚き」、「嫌悪」及び「恐れ」の6つの情動を設けると共に、欲求として「運動欲」、「愛情欲」、「食欲」及び「好奇心」の4つの欲求を設けるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情動及び欲求の数及び種類としては、この他種々の数及び種類を広く適用することができる。

【0081】さらに上述の実施の形態においては、情動選択手段としての感情モデル73を確率状態遷移モデル73A～73Cから形成し、当該確率状態遷移モデル73A～73Cに基づいて所定条件で確率的に情動を選択するようにした場合について述べたが、本発明はこれに

限らず、図11に示すように、感情モデル100を各情動ごとに確率状態遷移モデル100A~100Cから形成し、当該各確率状態遷移モデル100A~100Cの出力E<sub>joy</sub>、E<sub>anger</sub>、E<sub>sad</sub>を相互にリンクさせるようにしても良い。

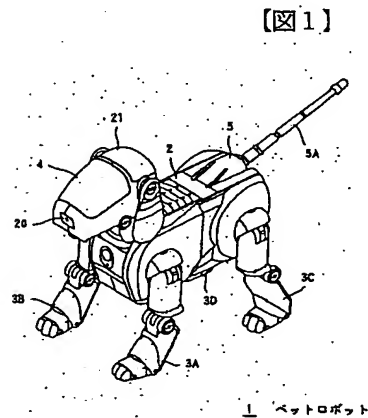
#### 【0082】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、複数種類の情動からなる感情モデルを有し、当該感情モデルの各情動の中から所定条件で選択された情動に対応した行動を生成するロボット装置において、感情モデルを確率状態遷移モデルから形成し、当該確率状態遷移モデルに基づいて所定条件で確率的に情動を選択する情動選択手段を設けるようにしたことにより、環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現させることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るロボット装置を実現できる。

【0083】また本発明によれば、複数種類の情動からなる感情モデルを有し、当該感情モデルの各情動の中から所定条件で選択された情動に対応した行動を生成するロボット装置の制御方法において、感情モデルを確率状態遷移モデルから形成し、当該確率状態遷移モデルに基づいて所定条件で確率的に情動を選択するようにしたことにより、環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現させることができ、かくしてアミューズメント性を格段と向上し得るロボット装置の制御方法を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態によるペットロボットの外観構成



本実施の形態によるペットロボットの構成

を示す斜視図である。

【図2】ペットロボットの回路構成を示すブロック図である。

【図3】制御プログラムのソフトウェア構成を示す概念図である。

【図4】ミドル・ウェア・レイヤのソフトウェア構成を示す概念図である。

【図5】アプリケーション・レイヤのソフトウェア構成を示す概念図である。

【図6】行動モデルライブラリの説明に供する概念図である。

【図7】確率オートマトンを示す略線図である。

【図8】状態遷移表を示す図表である。

【図9】本実施の形態による感情モデルの説明に供する略線図である。

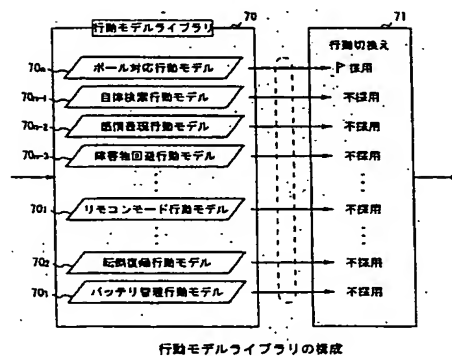
【図10】変換テーブルを示す図表である。

【図11】他の実施の形態による感情モデルの説明に供する略線図である。

#### 【符号の説明】

1……ペットロボット、10……CPU、16……コントロール部、33……バーチャルロボット、40……ミドル・ウェア・レイヤ、41……アプリケーション・レイヤ、70……行動モデル、70<sub>1</sub>~70<sub>n</sub>、70<sub>k(1)</sub>~70<sub>k(s)</sub>……行動モデル、73、100……感情モデル、73A、100A……喜び遷移モデル部、73B、100B……怒り遷移モデル部、73C、100C……悲しみ遷移モデル部、80……状態遷移表、90……変換テーブル。

【図6】



行動モデルライブラリの構成

【図2】

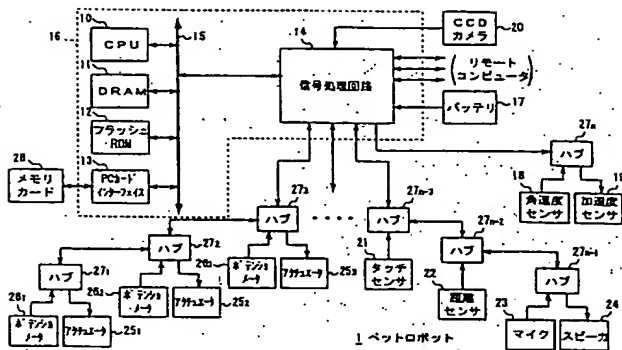


図2 ペットロボットの回路構成

【図3】

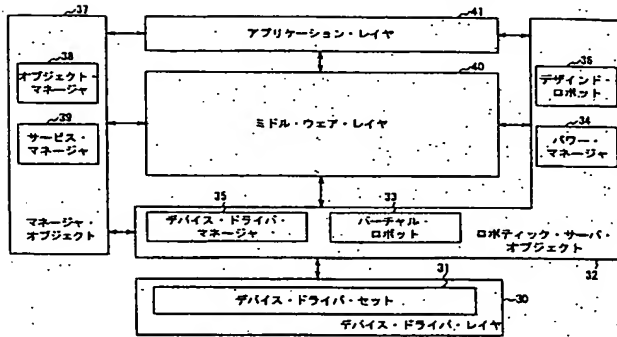
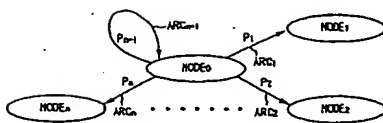


図3 制御プログラムのソフトウェア構成

【図7】



状態オートマトン

【図10】

| ノード名   | 情報のレベル  | パラメータ値 |
|--------|---------|--------|
| node 1 | joy80   | 90     |
| node 2 | joy60   | 80     |
| node 3 | anger40 | 40     |
| node 4 | anger60 | 60     |
| node 5 | sad50   | 50     |
| node 6 | sad60   | 60     |
| node 7 | joy80   | 80     |
| node 8 | anger90 | 90     |

変換テーブル

【図4】

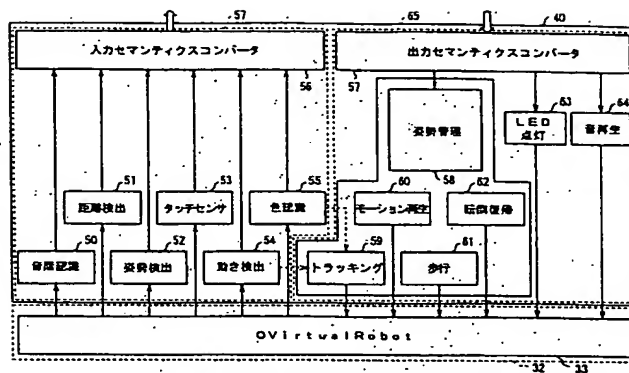


図4 ミドルウェアレイヤのソフトウェア構成

【図5】

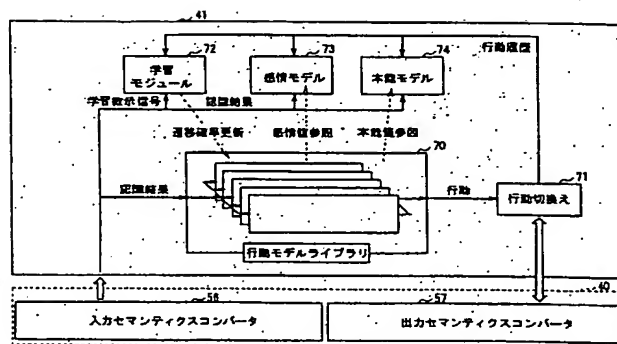


図5 アプリケーションレイヤのソフトウェア構成

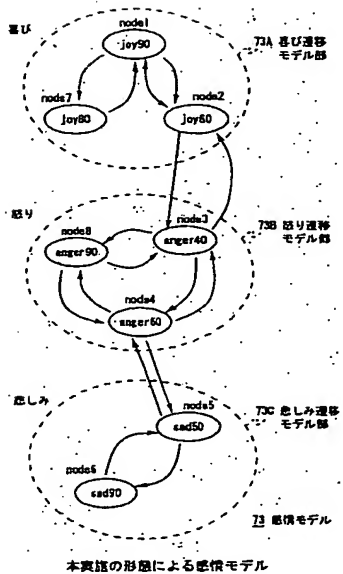
【図8】

| 入力イベント名  |          | データ名     | データの範囲 | 他のノードへの遷移確率 |          |           |   |          |
|----------|----------|----------|--------|-------------|----------|-----------|---|----------|
| 遷移先ノード   | 出力行動     |          |        | A           | B        | C         | D | n        |
| node 100 |          |          |        | node 120    | node 120 | node 1000 |   | node 600 |
|          |          |          |        | ACTION 1    | ACTION 2 | MOVE BACK |   | ACTION 4 |
| 1        | BALL     | SIZE     | 0.1000 | -20%        |          |           |   |          |
| 2        | PAT      |          |        |             | 40%      |           |   |          |
| 3        | HIT      |          |        |             | 20%      |           |   |          |
| 4        | MOTION   |          |        |             |          | 50%       |   |          |
| 5        | OBSTACLE | DISTANCE | 0.100  |             |          | 100%      |   |          |
| 6        |          | JOY      | 50.100 |             |          |           |   |          |
| 7        |          | SURPRISE | 50.100 |             |          |           |   |          |
| 8        |          | SADNESS  | 50.100 |             |          |           |   |          |

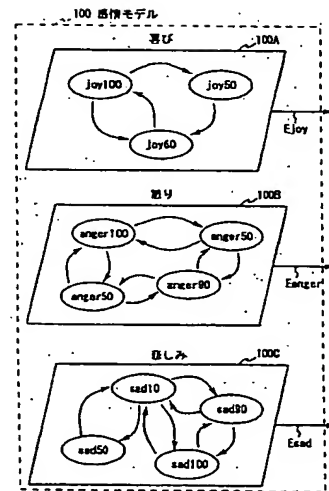
80

図8 状態遷移表

【図9】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C150 CA02 DA05 DA24 DA26 DA27  
DA28 DF02 DF04 ED10 ED11  
ED42 ED52 EF16 EF23 EF29  
EF33  
3F059 AA00 BA00 BB06 DA05 DB04  
DC00 DC01 DC08 FC00  
3F060 AA00 BA10 CA14  
5H004 GA26 GB16 HA07 HB07 HB09  
HB15 JB05 JB06 KD62 LA18  
MA04 MA23 MA33 MA38

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**